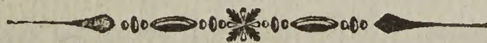
DISSERTATION
SUR
LES FERMENTATIONS
VINEUSE, ACIDE ET PUTRIDE;

Par Marie-Joseph-François-Gabriel BOCOYRAN, *Natif de la Ville d'Uzès, Département du Gard, ex-Pharmacien Aide-Major des Hôpitaux militaires des Pyrénées-Orientales.*



Tribut Académique

Présenté à l'École spéciale de Pharmacie de Montpellier, et soutenu publiquement, le 19 Janvier 1811;

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN.

In nova fert animus mutatas dicere formas
Corpora. Di! cœptis (nam vos mutastis et illas)
Aspirate meis.

Ovid. lib. I, Met.

A MONTPELLIER,

De l'Imprimerie d'Auguste RICARD, Plan d'Encivade, n.o 209.

1811.

68

A MONSIEUR REY,

Professeur à l'École de Pharmacie de Montpellier, etc.

A MONSIEUR BOCOYRAN,

Pharmacien à Nismes.

EN *dédiant cet Essai à deux Savans qui ont bien voulu devenir mes Mécènes, loin de m'acquitter, je sens accroître mes obligations. Je leur dois mon instruction : leur bienveillance m'a guidé dans la carrière qu'ils parcourent d'une manière si distinguée. Un tel service et de si généreuses bontés me font saisir avec ardeur cette occasion, d'exprimer publiquement les sentimens respectueux dont je suis pénétré.*

A MONSIEUR COULOMB,

Docteur en Chirurgie, Chirurgien de l'Hospice Civil et Militaire de la Ville d'Uzès, etc. etc.

HOMMAGE *rendu à ses talens par la considération, à ses vertus par l'amitié, à ses bontés par la reconnaissance.*

M. J. F. G. BOCOYRAN.

A Paul-Gabriel BOCOYRAN, Pharmacien,
MON PERE,

A Cathérine CASTILHON, ma Mère.

O *vous, à qui je dois la vie et le bonheur! recevez l'hommage que ma tendresse, mon amour et mon respect offrent à vos vertùs. Ah! combien j'ai de douleur de voir que ce faible Tribut, le seul bien qui me soit permis de vous présenter aujourd'hui, ne vaille pas le plus léger de vos sacrifices! Mais quelque grande que soit la peine que cette cruelle idée me cause, elle sera sensiblement affaiblie, si, en vous offrant les prémices de mes travaux, je puis porter dans vos cœurs la persuasion, que mon unique désir est celui de vous donner, dans tous les instans de ma vie, des preuves de ma piété filiale.*

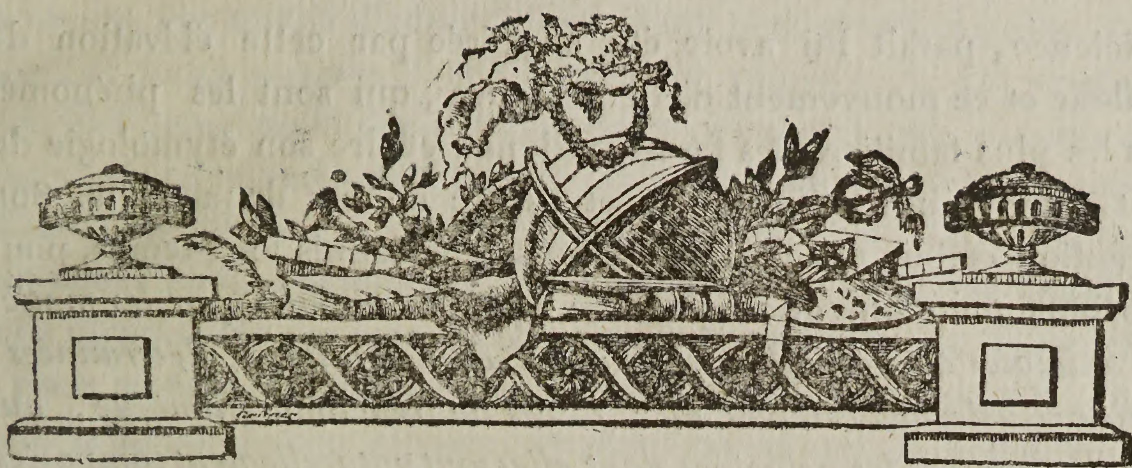
A MA TANTE,

Madame Veuve PASSE, née BOCOYRAN,

Ancienne Directrice des Postes aux Lettres.

Comme *un monument éternel d'attachement, de respect et de reconnaissance, dû à ses rares vertus.*

M. J. F. G. BOCOYRAN.

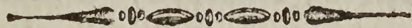


DISSERTATION

SUR LES FERMENTATIONS

VINEUSE, ACIDE ET PUTRIDE.

De la division des Fermentations.



C'est le propre des substances organisées, végétales ou animales, que, lorsqu'elles ne sont plus sous l'influence de la vie, leur constitution chimique s'altère spontanément, et subit, à l'aide de certaines conditions, des changemens qui les dénaturent complétement. Les Chimistes ont appelé *fermentation*, l'acte de cette décomposition spontanée.

Cette dénomination que Vanhelmont introduisit le premier dans

la science, paraît lui avoir été suggérée par cette élévation de chaleur et ce mouvement d'effervescence, qui sont les phénomènes les plus familiers des fermentations, et tire son étymologie du mot *fervere*, qui indique l'un et l'autre de ces deux effets. Son acception établie par l'usage, l'a consacrée depuis long-temps, pour exprimer *toute altération éprouvée, après leur mort, par les matières animales ou végétales, soumises à des conditions déterminées, mais exclusivement livrées aux forces de réaction chimique, que peuvent exercer les principes dont elles sont naturellement composées.*

La nature des substances qui éprouvent cette décomposition spontanée, celle des conditions au milieu desquelles elle se réalise, font varier ses résultats ou ses produits ; ce qui a fait admettre plusieurs espèces de fermentations.

Boerhaave avait été le premier à distinguer les fermentations en trois espèces, d'après la nature de leurs produits respectifs, savoir : 1.° *la fermentation vineuse*, que caractérise la formation du vin; 2.° *la fermentation acide*, qui consiste dans le développement d'un acide, et notamment de l'acide acétique ; 3.° *la fermentation putride*, ou la réduction de la substance qui fermente en produits de corruption. Macquer propose de la nommer aussi *fermentation alcaline*, parce que l'ammoniaque ou alcali volatil est un de ses résultats les plus familiers et les plus abondans.

Long-temps avant Boerhaave, Vanhelmont avait signalé *la fermentation panaire*, comme ayant lieu dans l'acte de la préparation du pain. Long-temps après, Fourcroy a introduit dans la classe des fermentations, sous le nom de *saccharine*, ce mode d'altération, qui développe une matière sucrée dans plusieurs substances végétales, et notamment dans les graines céréales pendant leur germination, et Bucquet, sous le nom de *colorante*, la conversion de certains composés végétaux en divers produits colorans, dont la fabrication de l'indigo et du pastel offre de notables exemples.

Il est très-probable qu'en étudiant avec beaucoup de soin les phénomènes de cette décomposition spontanée des substances végétales ou animales, on apercevrait dans la grande diversité des

produits, des motifs d'admettre un bien plus grand nombre d'espèces de fermentations ; si d'ailleurs la plupart de ces produits n'étaient eux-mêmes des combinaisons passagères qui, par la continuation du travail intestin dont elles proviennent, changeraient elles-mêmes de nature, et tendraient vers l'une ou l'autre des trois premières fermentations que j'ai indiquées, et dont les résultats sont caractérisés par une certaine fixité de constitution chimique.

Sous ce rapport, on ne peut disconvenir, par exemple, que dans la fermentation panaire, le mouvement qui la constitue ne tende vers l'acidité et la putridité, ce qui aurait lieu, si on n'avait soin de l'arrêter au point convenable, à l'aide de la cuisson ; que dans la saccharine, la matière produite n'éprouvât la fermentation alcoolique, à laquelle elle prélude le plus souvent, si on n'était attentif à prévenir celle-ci par la dessication ; enfin, que dans la colorante, il n'y ait dans la masse qui fermente, de très-grandes dispositions à la putréfaction, à laquelle on n'échappe qu'en prenant des précautions conservatrices des produits formés.

L'étude des trois premières espèces de fermentations est donc bien autrement importante que celle de tous ces autres résultats de décomposition spontanée, que, d'après la définition établie, l'on doit regarder comme autant de phénomènes analogues : ce qui m'engage à me borner dans cet Essai à l'histoire des fermentations vineuse, acide et putride, comme représentant, d'une manière plus permanente que toutes les autres, le but vers lequel la nature ou l'art peut diriger la décomposition des végétaux ou des animaux après leur mort.

L'histoire des fermentations nous offre un des plus beaux sujets de la Chimie, mais aussi l'un des plus difficiles à saisir. Quoi de plus digne, en effet, d'exciter la curiosité que la transmutation d'une matière douce et sucrée en un liquide brûlant, inflammable, chaud et enivrant ; que le changement d'une substance insipide en un acide des plus piquans ; que la conversion d'un composé homogène dans toutes ses parties, en une foule d'autres composés si différens et si remarquables ! Cela explique pourquoi les Chimistes

ont toujours attaché un si grand intérêt à étudier et à connaître ces grands phénomènes; mais aussi quand on considère le grand nombre de corps qui réagissent dans les fermentations, et la complication des effets qu'elles présentent, et la mobilité des changemens qu'elles offrent à l'observation, et la subtilité de quelques-uns de leurs produits, on n'est nullement surpris qu'on ait été si long-temps à se former quelques idées un peu saines sur ces grandes opérations, et que cette partie de la doctrine chimique laisse encore beaucoup à désirer : on se sent disposé, au contraire, à admirer les heureux efforts des Chimistes modernes, qui sont parvenus à surmonter de si grandes difficultés, et à soulever une si importante portion du voile, dont ces phénomènes étaient enveloppés.

Je vais tâcher de présenter l'ensemble des principales notions, qui sont relatives aux fermentations *vineuse*, *acide* et *putride*, dans l'ordre qui m'a paru le plus convenable, mais avec l'attention de ne faire usage que des considérations les plus essentielles, pour rester dans les bornes que je dois laisser à cet écrit. Je ferai précéder ces considérations de détail, de quelques vues générales sur les fermentations. Heureux, si ce travail se montre digne de l'indulgence de mes Illustres Maîtres, qui m'en ont imposé le devoir, et s'ils daignent y apercevoir quelques fruits de leurs savantes leçons !

CHAPITRE PREMIER.

Considérations générales sur les Fermentations.

§. I.er

Des causes les plus générales de la Fermentescibilité.

Le minéral n'est nullement susceptible de fermentation; il n'y a que les substances organisées qui en soient capables. C'est donc dans les différences de leur constitution, que doit se trouver la cause la plus générale de l'aptitude fermentescible.

Ces différences dépendent de la nature des principes qui forment les composés végétaux et animaux, et de l'extinction de la puissance qui a opéré ces combinaisons.

De la nature des principes qui forment les composés fermentescibles. Les substances végétales et animales sont formées, comme on sait, d'oxigène, de carbone, d'hydrogène et d'azote; à ces principes se joignent familièrement le soufre, le phosphore et quelques matériaux fixes, terreux ou salins, en général fort peu abondans : ces deux classes d'êtres ne diffèrent guère dans leur nature, que par le nombre ou les proportions de ces principes. Ainsi, les végétaux sont des composés ternaires d'oxigène, de carbone et d'hydrogène. Les animaux sont surtout des composés quaternaires d'azote, d'hydrogène, d'oxigène et de carbone. La grande différence qu'on remarque entre les uns et les autres, c'est que le carbone et l'oxigène dominent dans les végétaux, au lieu que les animaux abondent plus en azote et en hydrogène. L'azote n'est cependant pas exclusif à ceux-ci, quoiqu'il les caractérise par son abondance. On le retrouve aussi dans certains produits des plantes, qui lient entr'eux ces deux sortes de composés.

On ne voit guère, dans tous ces composés, qu'une réunion d'élémens qui ont des dispositions très-énergiques vers l'état de fluides élastiques, qui sont en quelque sorte contraints d'exister sous une forme qui n'est pas leur manière d'être la plus facile, qui exercent entr'eux des affinités très-divergentes, qui tendent à former des combinaisons très-variées, à s'assortir d'une infinité de manières, et que des causes même très-légères peuvent désunir : bien différens en cela des minéraux, dans lesquels la fixité des élémens, l'unité des tendances et la force de saturation décident de la stabilité des combinaisons.

Résultats nécessaires de l'extinction de la puissance qui a produit les composés organiques. Les corps organisés se forment et se développent par une série d'actes qui fixent la constitution chimique de leurs parties solides ou liquides, suivant des lois appropriées à chaque espèce. L'exercice de cette faculté, qui maintient

ainsi, pendant un certain temps, l'intégrité de composition, de la manière la plus propre aux fonctions de l'individu, n'est autre chose que *la vie* elle-même. Tant que la vie dure, ces combinaisons si compliquées d'azote, d'hydrogène, d'oxigène et de carbone se conservent dans de certaines limites d'équilibre nécessaires au bien-être de l'individu, et dont les écarts sont autant de causes de maladies.

Ce mode conservateur, au lieu d'arrêter d'une manière permanente l'ordre de ces combinaisons, en enchaînant leurs élémens d'une manière fixe, exige au contraire qu'elles soient sans cesse subordonnées à une mobilité de principes, telle qu'aucune partie d'un corps organisé et vivant ne peut rester ce qu'elle est, sans perdre d'un côté et recevoir de l'autre, sans éprouver des déperditions et réparations continuelles.

Ces mouvemens sans cesse opposés d'absorption et d'exhalaison forment donc une condition essentielle de la conservation des corps organisés. Si quelquefois ils reçoivent sans perdre, il y a surabondance de certains principes, et la nature du composé est altérée; s'ils perdent et ne reçoivent point, il y a défaut de certains élémens, et l'intégrité de la combinaison est également détruite. Cette *mobilité constitutionnelle* est analogue, en quelque sorte, à une fermentation; mais c'est *la fermentation de la vie* : son grand avantage, pour maintenir au point convenable la constitution de chaque partie, c'est de pouvoir éliminer cette portion de matière qui, à chaque instant, devient étrangère à la combinaison, et de pouvoir aussi, à chaque instant, y introduire une portion de matière nouvelle, convenablement préparée pour reproduire ou maintenir la combinaison.

Lorsque cette puissance conservatrice vient à s'éteindre, les choses vont bien autrement. Ces composés ternaires ou quaternaires continuant d'être soumis à cette mobilité de principes que la vie s'était bornée à régulariser, et n'éprouvant plus ces additions réparatrices qui les avaient jusque-là préservés, sont livrés sans défense aux dispositions naturelles de leurs élémens : chacun d'eux

cherche à former avec les autres des combinaisons capables d'une certaine durée, et en général des composés plus simples. Les affinités les plus actives qui tendent à changer l'ordre des combinaisons, sont particulièrement celles qui tendent à produire des composés binaires, et en vertu desquels l'oxigène et le carbone sont convertis en acide carbonique ; l'oxigène et l'azote en acide nitrique ; l'oxigène et l'hydrogène en eau ; l'azote et l'hydrogène en ammoniaque; et parmi les débris de cette décomposition, se montrent aussi des produits contenant les mêmes élémens que le composé primitif, mais assortis du moins en proportions plus analogues à leur force de saturation respective, et conséquemment plus durables. Du reste, au milieu de cette réaction si compliquée de principes, qui caractérise cette décomposition spontanée, les résultats varient suivant toutes les conditions capables de modifier l'exercice des affinités, et dont le génie de la science a si bien démontré le pouvoir dans la Statique Chimique de M. Berthollet.

§. II.

Des conditions générales des Fermentations.

Quelles que soient les dispositions naturelles des composés organiques à se résoudre, après leur mort, en de nouvelles combinaisons, il est des conditions indispensables à l'exercice de ces dispositions, comme il en est qui les contrarient et les rendent de nul effet. Un certain degré d'humidité, une température déterminée sont les circonstances destructives. Une trop grande sécheresse, trop de froid sont les circonstances conservatrices.

Nécessité de l'eau. On sait que les corps solides n'exercent entr'eux presque aucune action chimique : leur force de cohésion est un obstacle que les affinités de leurs élémens ne peuvent surmonter. C'est pour diminuer convenablement cette force de cohésion, et pour faciliter ainsi le jeu des attractions diverses qui doivent changer l'état de la combinaison, que le concours de l'humi-

dité est surtout nécessaire. L'eau peut d'ailleurs y contribuer par sa propre action chimique, ou comme dissolvant de certains produits, ou comme se décomposant et agissant par son hydrogène, mais surtout par son oxigène.

Le concours de l'humidité est d'autant plus efficace dans la décomposition spontanée des corps organisés, qu'elle ne se borne pas à atteindre leur surface, comme elle ferait pour un minéral, mais qu'elle pénètre jusque dans leurs moindres parties, qu'elle en imprègne le tissu, et qu'elle agit en même temps sur tous les points de la masse entière.

Ne peuvent donc point fermenter par le défaut de cette première condition, les substances naturellement trop sèches, telles que le bois végétal ; celles trop denses et manquant de tissu, telles que les gommes et autres produits analogues d'une conservation illimitée et si facile : pour dérober à la fermentation les matières les plus fermentescibles, il ne s'agit donc que de les dépouiller de leur humidité, et de les maintenir dans un état suffisant de sécheresse.

A ce principe se rallient une foule de méthodes conservatrices employées dans les Arts et notamment dans les Pharmacies, où la dessication, opérée par le moyen des étuves, est si familièrement usitée pour mettre à l'abri de l'altération, des substances qu'on ne pourrait conserver sans cette précaution. C'est encore à ce principe, que doit être rapportée la plus grande *fermentescibilité* des composés de nature animale sur les composés végétaux en général, et parmi ces derniers, la plus grande fermentescibilité de la pulpe des fruits, comparée à celles de toutes les autres parties des plantes. C'est que les animaux ont en général un tissu plus lâche, plus mou, plus imprégné d'humidité; tandis que les plantes, destinées à être sans cesse sous l'influence des météores, avaient besoin de plus de fixité, et offrent en effet plus de densité, de sécheresse dans la plupart de leurs organes.

La température. Pour qu'une substance fermente, la présence de l'eau ne suffit point; il faut de plus l'intervention de la chaleur, une certaine température qui dispose les élémens du composé or-

ganique à réagir les uns sur les autres, et à s'unir entr'eux sous des formes nouvelles. Il est d'observation générale que, lorsque deux ou plusieurs corps se trouvent dans leur sphère d'activité, leurs attractions réciproques s'exercent d'autant plus aisément, qu'elles sont secondées par la chaleur. Mais ce que tous les corps laissent apercevoir, doit être bien plus sensible à l'égard de ces composés organiques, dont les élémens sont par leur nature si disposés à être affectés par le calorique, puisque la plupart tendent à reprendre la forme gazeuse.

La température la plus favorable aux fermentations a généralement lieu depuis le 12.e jusqu'au 25.e degré de la graduation de Réaumur. Au-delà de ces limites, elle contrarie la fermentation, soit en provoquant la dessication par une trop rapide évaporation du véhicule aqueux, soit en dégageant trop facilement les composés volatils, dont le séjour dans la masse qui fermente, seconderait la décomposition. Au contraire, si la température reste au-dessous du premier terme, la fermentation ne marche plus que d'une manière lente et bien imparfaite : elle s'arrête même et devient nulle, si la température est au-dessous de la congélation de l'eau.

Telle est la grande raison de la plus facile conservation des composés organiques en hiver et dans les climats froids, qu'en été et dans les pays chauds; tel est même le motif de ces précautions que prennent les Pharmaciens, pour prévenir toute altération dans les préparations liquides : précautions qui consistent à les tenir dans des caves fraîches, et conséquemment à l'abri du degré de chaleur qui rendrait cette altération presque inévitable.

Des fermens. La fermentation considérée d'une manière générale, n'est qu'un phénomène chimique, dans lequel les élémens du composé qui fermente, cherchent à former de nouvelles combinaisons, soit par suite de leurs dispositions naturelles à s'unir les uns aux autres sous telle ou telle forme, au milieu d'un certain nombre de conditions données, soit lorsqu'ils y sont provoqués par d'autres substances qui les excitent à s'assortir de telle ou telle manière. On désigne, sous le nom de *fermens*, ces matières qui par

l'action qu'elles exercent sur certains composés organiques, ou sur les masses fermentescibles, décident leur décomposition, la rendent la plus active, et la modifient de la manière la plus efficace dans ses résultats.

Dans l'état actuel de la science, on peut entrevoir deux sortes de fermens ; quelquefois ce n'est qu'une portion de la matière fermentescible, qui a déjà éprouvé, à un très-haut degré, l'espèce d'altération qu'elle doit développer dans la masse destinée à subir la fermentation : on le nomme alors *pain levain*, *levûre* ; c'est ce qui a lieu, par exemple, soit lorsqu'on ajoute un peu de levain à la pâte de farine de froment pour la faire fermenter plus vîte, soit lorsqu'on veut hâter la putréfaction d'une masse par l'addition d'une matière déjà corrompue. D'autres fois le ferment est une substance particulière, qui a la propriété d'agir sur les élémens d'un autre composé, de les désunir dans un certain ordre, et de les rendre propres à fournir des combinaisons qui ne ressemblent nullement à aucune des deux substances dont elles proviennent. La fermentation vineuse nous offrira un modèle des fermens de cette seconde espèce.

En donnant à ces premières notions l'extension dont elles paraissent susceptibles, on peut dire qu'en général toute fermentation présente un *sujet* et un *agent* : le sujet est la matière qui subit la décomposition ; l'agent est cette autre matière qui, par l'action qu'elle exerce sur le sujet, provoque sa décomposition, et c'est à ce dernier qu'on affecte le nom de *ferment*. La doctrine des fermentations ne consiste donc qu'à bien déterminer la nature de ces deux objets, leur mode d'action réciproque, et les modifications que leur action éprouve du concours des conditions environnantes : on verra par la suite combien de difficultés accompagnent la solution de ce problême.

Le concours d'un *ferment* est-il indispensable pour décider une fermentation ?

On ne peut que répondre négativement à une question qui a long-temps occupé les Chimistes, lorsqu'on se rappelle que tant de

substances, homogènes par leur nature, peuvent fermenter dans leur état d'isolement. Ainsi fermenterait, par exemple, une dissolution très-pure de gélatine, où l'on n'apercevrait que le *sujet* de la fermentation, et où il serait difficile de distinguer l'*agent*. Mais alors le mouvement intestin qui change la nature du composé, affecte une très-grande lenteur, jusqu'à ce qu'une première portion de matière décomposée ait fait naître un agent qui ne tarde pas à l'accélérer et à le presser avec force. Aussi peut-on dire que les effets d'une fermentation suivent une progression croissante, à mesure qu'ils s'éloignent davantage du moment où la fermentation s'est ouverte, jusqu'à ce que néanmoins la plus grande portion du corps qui fermente ait disparu, ce qui doit ralentir le mouvement. Quand la masse fermentescible est un mélange de plusieurs composés de nature différente, le mouvement intestin s'y développe toujours plus vîte, et l'on est en droit de supposer que c'est à la réaction de ces matières hétérogènes, dont les unes agissent comme *fermens*, et les autres comme *sujets*, que l'on doit attribuer cette plus grande accélération de l'impulsion désorganisatrice.

Cette action chimique, que certains composés de nature animale ou végétale exercent sur d'autres composés du même ordre, me paraît avoir été trop négligée dans l'étude de l'influence des fermens. Le peu qu'on en sait, est le résultat de quelques travaux des plus modernes ; et les observations dont cette partie de la doctrine s'enrichit tous les jours, attestent, de plus en plus, que cette action chimique est bien autrement efficace qu'on ne l'avait imaginé. Dans ce sens, l'opinion émise par Fourcroy (1), que ces substances étrangères que l'on introduit dans les masses fermentescibles pour hâter la fermentation, n'ont aucun besoin d'avoir fermenté elles-mêmes, puisqu'elles n'agissent qu'en écartant les molécules et diminuant leur adhérence réciproque, pourrait bien n'être point exempte d'inexactitude.

---

(1) Syst. des Connaiss. Chimiq., tom. 8, pag. 116.

CHAPITRE SECOND.

De la Fermentation vineuse.

§. I.er

Lorsque le suc exprimé de raisin est tenu dans une cuve sous l'influence des conditions nécessaires, il subit une altération spéciale, dont le vin est le produit caractéristique : c'est ce qu'on nomme *fermentation vineuse*, autour de laquelle viennent se ranger une foule de produits liquides analogues au vin, dont ils ne diffèrent que par la nature des matières qui leur ont donné naissance; mais avec qui ils partagent la propriété de pouvoir donner, par la distillation, un liquide volatil inflammable, toujours homogène, en un mot, de l'alcool: tels sont la bière, le cidre, le poiré, etc. Cette fermentation est aussi appelée *alcoolique*; elle était signalée autrefois sous le nom de *spiritueuse*.

Je présenterai les principaux chaînons de son histoire chimique, en traitant successivement de ses conditions, du moût, des phénomènes de la fermentation, de ses produits, le vin et l'alcool, de sa théorie; enfin, des liquides fermentés analogues au vin.

§. II.

De ses conditions.

Pour que la fermentation vineuse s'exerce de la manière la plus favorable, il faut qu'un certain nombre de conditions préside à ce travail, et notamment les suivantes:

Température. Elle influe tellement sur cette fermentation, que la durée et l'activité de celle-ci suivent toujours les rapports de celle-là, ainsi que Rozier et les autres Œnologues l'ont observé. S'il fait trop froid, pour que le raisin fermente comme il convient, il suffit de faire chauffer du moût et de le verser dans la masse,

pour donner le branle au mouvement fermentatif, qui trouve ensuite en lui-même de quoi continuer et s'accélérer. La température du lieu doit être au moins de 12 à 15 degrés: celle de la masse fermentante s'élève souvent au-delà de 25.

Une grande masse. Quoique la fermentation vineuse se développe dans de petites quantités de matière, cependant la perfection de ce travail et l'excellence de ses produits requièrent qu'elle s'exerce sur de grandes masses: dans ce cas, il se développe plus de chaleur, et le mouvement fermentatif est plus complet. Mais l'accroissement de masse qui se lie à la bonté des produits, n'est pas illimité: il doit varier, suivant certaines circonstances que le célèbre Historien de l'Art de faire le vin a signalées, et qui sont autant de lois de cette fermentation (1).

La présence du sucré. Point de fermentation vineuse, sans le concours d'une matière sucrée: fermentation, toutes choses égales, d'autant plus active et plus riche, que cette matière abonde davantage. De-là, la possibilité de fabriquer du vin très-généreux avec du mauvais raisin, en y ajoutant du sucre.

§. III.

Du Moût.

Le raisin est le fruit le plus propre à subir la fermentation vineuse, lorsque la chaleur du climat, une belle exposition, une saison propice, la nature du terrein et les progrès de la maturité ont concouru à élaborer ses matériaux de la manière la plus convenable.

On donne le nom de *verjus*, au suc de ce fruit dans son état de verdeur, et celui de *moût*, lorsqu'il est parvenu à sa maturité. Dans le moût se trouvent principalement les matières qui doivent être travaillées par la fermentation: ce doit donc être un préliminaire utile de connaître sa composition.

---

(1) Art de faire le vin, tom. 2, pag. 65.

Le moût, tel que l'expression l'a donné, et encore trouble, contient suivant Proust (1) : 1.° en suspension, la pulpe fibreuse du fruit ; 2.° une matière glutineuse, également indissoute et que l'ébullition coagule et sépare ; 3.° en dissolution, une portion de la fécule glutineuse ; 4.° du sucre cristallisable ; 5.° du sucre liquide non-cristallisable, ou *mucoso-sucré* ; 6.° de la gomme ; 7.° du principe extractif blanc ou coloré ; 8.° de l'acide malique ; 9.° fort peu d'acide citrique ; 10.° du tartrate acidule de potasse ; 11.° du sulfate de potasse ; 12.° du sulfate de chaux ; ces deux derniers sels en très-petites proportions : toutes ces matières étendues dans une très-grande quantité d'eau.

L'élément le plus remarquable dans la composition du moût, est, sans contredit, cette matière sucrée quelquefois si abondante, que 100 livres de raisin blanc des Provinces Méridionales de l'Espagne ont donné à Proust de 29 à 30 livres d'une moscouade entièrement formée des deux variétés de sucre indiquées. La canne à sucre elle-même le cède, sous ce rapport, en productibilité au raisin ; ce qui a fait naître l'idée heureuse de suppléer, par ce sucre indigène, à celui qui nous venait des Colonies : substitution que prescrit l'intérêt national, que doit encourager l'esprit public, et que nous garantissent de concert le zèle des savans qui font connaître les règles de ce travail, et l'industrie des fabricans qui les mettent en pratique (2).

---

(1) Ann. de Chim., t. 57, p. 163.

(2) Je ne puis m'empêcher de signaler parmi eux M. Privat, de Mèze, à qui l'on est redevable d'avoir le premier offert, dans nos contrées, l'exemple et le modèle d'une fabrication aussi importante, qui chaque jour prend une nouvelle extension dans le Midi de l'Empire. L'activité de ses ateliers, la sagacité qui en a disposé toutes les parties pour la commodité du service, qui en a coordonné tous les travaux pour la plus grande perfection des résultats, et l'excellence éprouvée de ses sirops, lui assurent le premier rang parmi les hommes industrieux, occupés d'un travail qui est d'un si puissant intérêt dans les circonstances actuelles.

§. IV.

Des phénomènes de cette Fermentation.

On dispose les raisins à la fermentation, en leur faisant subir un foulage et une pression qui les désorganisent. Leur suc exprimé est versé, avec la pulpe et le reste du fruit, dans des cuves où s'excite bientôt ce mouvement intestin qui doit dénaturer les matériaux du moût.

Pourvu que la température du lieu soit suffisante, on ne tarde pas à s'apercevoir que la masse se boursouffle et s'échauffe, qu'il y a un bouillonnement considérable, et que ce bouillonnement s'accompagne d'un dégagement abondant d'acide carbonique.

A mesure que ce dégagement s'opère, le gaz refoule des flocons insolubles vers la surface où se forme, par leur réunion, une masse écumeuse qu'on nomme le chapeau de la vendange; pendant ce temps, le reste de la liqueur se trouble, et l'on sent déjà qu'il se produit de l'alcool, à l'odeur piquante qui distingue le gaz avec lequel l'alcool est entraîné.

Aussitôt que l'alcool se montre, le moût perd de sa saveur sucrée, et cette qualité diminue progressivement dans le même rapport que le produit alcoolique augmente. Si le raisin qui fermente est fortement coloré, quoique le suc qu'on en exprime soit à peu près incolore, on le voit néanmoins prendre une teinte foncée, dès qu'il se développe de l'alcool dans la liqueur.

Au bout d'un temps plus ou moins long, la vendange s'affaisse, ce mouvement tumultueux se calme, le vin est décuvé et transvasé dans des tonneaux; mais trouble encore, imparfait dans ses qualités, et exigeant un reste de travail fermentatif qui le perfectionne. En effet, une seconde fermentation, très-lente à la vérité et qu'à cause de cela on nomme fermentation insensible, se continue dans les tonneaux; elle clarifie le vin de plus en plus, en combine plus étroitement les principes, élimine les substances étrangères, améliore son odeur et son goût, et avance ou complète même l'acte de la vinification.

Tel est l'appareil des phénomènes de la fermentation vineuse; telle est la série des changemens qui la constituent. On voit bien, à l'aspect du tableau, combien il était difficile de découvrir, au milieu d'une scène aussi tumultueuse, quelles sont les conditions essentielles d'une semblable opération.

§. V.

Du vin.

La nature très-variable du moût, les soins apportés à la fermentation, la durée et la conduite de cette opération sont autant de causes qui font varier les qualités des vins, modifient leur goût, leur bouquet, leur couleur, leur force, et établissent entr'eux des différences presque innombrables.

Quoiqu'il en soit de ces différences, on peut trouver dans la considération des qualités les plus générales des vins, et dans leur composition chimique, un certain nombre de données communes à peu près à toutes les variétés, et qui caractérisent la nature de cette liqueur.

Le vin est un liquide d'une teinte foncée ou jaune pâle très-variable, d'une saveur chaude, piquante, quelquefois acidule ou douceâtre, d'une odeur aromatique plus ou moins forte et agréable, d'une pesanteur spécifique ordinairement inférieure à celle de l'eau, rarement supérieure, produisant sur nos organes un effet excitant très-décidé, amenant par l'exaltation de ses effets cet état de vacillation des mouvemens, d'incohérence des idées qu'on nomme *ivresse*, et composé généralement d'un ou plusieurs acides, d'une matière extractive particulière, d'une substance colorante, d'un principe aromatique et surtout d'alcool, ou d'un composé qui se transforme en alcool par une simple distillation. Tous ces matériaux sont tenus en dissolution dans un véhicule aqueux, qui fait la plus grande partie de la masse du vin.

De l'acide dans le vin. Chaptal s'est assuré que tous les vins rougissent la teinture de tournesol, et contiennent un ou plu-

sieurs acides libres (1) : on retrouve surtout de l'acide malique et un peu d'acide citrique, ainsi que l'a démontré le même Chimiste. Les vins mousseux, remarquables par les bulles de gaz plus ou moins nombreuses qui s'en échappent, recèlent encore de l'acide carbonique, auquel ils doivent leurs propriétés distinctives. Il n'est pas de vin qui ne contienne quelque peu d'acide acétique. La proportion des acides est d'autant plus grande, que la saison a été plus froide, le raisin cueilli loin de sa maturité, et la fermentation plus lente.

Du tartre. Tous les vins laissent déposer, avec le temps, sur les parois des vaisseaux qui les contiennent, des molécules cristallines qui s'y condensent en couches plus ou moins épaisses, salies par une matière colorante : ce dépôt est surtout formé de crême de tartre ou tartrate acidule de potasse, et d'un peu de tartrate de chaux. La présence de ce sel acidule doit encore ajouter à l'effet acide du vin. Il est reconnu que les vins des pays froids sont plus chargés de tartre que ceux des pays chauds.

De l'extractif. On le retrouve surtout dans les lies ou dépôts qui s'accumulent au fond des tonneaux, à mesure que le repos et les progrès de la fermentation insensible permettent au vin de se dépouiller de cette matière, l'une de celles qui contribuent le plus à troubler la transparence du vin nouveau. Il paraît que cette matière prend de l'insolubilité, à mesure que le vin acquiert plus de spirituosité ; cependant le vin le plus homogène et le plus transparent en tient en dissolution : il suffit de le distiller, pour en obtenir un résidu analogue à la matière des lies. Il est donc très-probable qu'à mesure que les vins vieillissent, cet extractif change aussi de nature. On verra bientôt quel rôle important semble lui appartenir dans la fermentation, quoiqu'on doive avouer que sa composition n'est encore qu'imparfaitement connue.

De l'huile ou *arome.* On ne peut méconnaître dans les vins

---

(1) Art de faire le vin, pag. 166.

le principe de leur odeur, la cause de ce bouquet ou parfum qui les distingue les uns des autres. On pense qu'ils le doivent à une huile volatile, à laquelle est attachée cette faculté aromatique ; mais existant dans les vins en trop faible quantité, pour pouvoir être saisie et examinée séparément.

De la matière colorante. Les vins empruntent la teinte qui les colore, d'une matière particulière, rouge ou blanche suivant l'espèce de raisin, que contient la pellicule de ce fruit et qui, insoluble à l'eau, se laisse dissoudre par l'alcool : aussi le vin ne se colore que dès l'instant que l'alcool se développe, et l'on peut obtenir, des raisins les plus foncés, un vin absolument incolore, pourvu qu'on évite d'introduire le marc dans la cuve où s'opère la fermentation. La nature de ce principe colorant n'est pas encore assez connue : on le regarde comme très-analogue aux matières tinctoriales en général, et se rapprochant beaucoup de l'extractif (1). On sait que l'influence des rayons solaires et la vieillesse du vin le font précipiter en larges pellicules sur les parois du vase où le vin est contenu : l'eau de chaux peut également le séparer de son dissolvant et l'entraîner. Chaptal pense que cet effet dépend de la saturation de l'acide malique, et de l'attraction de cette matière colorante pour le malate de chaux (2).

§. VI.

De l'alcool.

Rien ne caractérise plus particulièrement le vin, que la faculté qu'il a de fournir par la distillation une liqueur aromatique, chaude, incolore, inflammable, légère, connue sous le nom d'*eau-de-vie*, contenant encore beaucoup d'eau, mais devant ses propriétés à une matière particulière qu'on peut parvenir à dépouiller assez complé-

(1) Thomps, Syst. de Chim., tom. 8, pag. 688.
(2) Chaptal, chap. 4, pag. 193.

tement de cette eau surabondante, et qui porte, dans cet état de pureté, le nom d'*alcool*.

L'art de distiller les vins, pour en obtenir l'alcool plus ou moins déflegmé, et constituant ce qu'on nomme, dans le Commerce, *eau-de-vie* ou *esprits* à tel ou tel titre, a éprouvé, dans ces derniers temps, une révolution très-heureuse pour ses progrès, mais dont je puis me dispenser de faire connaître les moyens et les résultats, pour ne pas donner une trop grande extension à cet écrit: d'autant que c'est surtout dans ces contrées même, que l'on trouve à chaque pas les monumens de cette grande impulsion, et les témoignages de ses éclatans succès.

Lorsqu'on voulait autrefois se procurer, dans les Arts, l'alcool le plus déflegmé, on y procédait par plusieurs distillations successives, en ayant soin de n'employer, à chacune d'elles, que la première moitié du produit distillé dans l'opération antécédente: comme les premières portions volatilisées sont toujours plus abondantes en alcool que les suivantes, à raison de l'excès de volatilité que ce liquide a sur l'eau, on parvenait, enfin, à obtenir un alcool qu'on regardait comme complétement déflegmé.

Ce qui ne s'obtenait dans l'ancien procédé qu'à la suite de plusieurs distillations longues et dispendieuses, on l'obtient aujourd'hui, à l'aide de nouveaux appareils, de la première distillation, par une méthode qui réunit au mérite de la célérité, celui de l'économie et de la perfection du travail.

L'alcool, qui n'a été privé d'eau que par les moyens précédens, n'est pas encore suffisamment pur aux yeux du Chimiste; il faut le distiller de nouveau en introduisant dans l'alambic des corps déliquescens, tels que le muriate de chaux calciné, qui, très-avide d'eau, attire à lui le peu de ce liquide que retient encore l'alcool, et l'en dépouille complétement: la potasse caustique remplit la même intention, et joint l'avantage de saturer et retenir l'acide acétique, si l'alcool en contient.

Ainsi purifié, l'alcool est un liquide incolore, limpide, d'une odeur forte, d'une saveur brûlante, plus léger que l'eau, dans

le rapport de 8,3 à 10, volatil et bouillant à 64 degrés de la graduation Réaumurienne, enivrant, très-inflammable, brûlant sans fumée avec une flamme bleuâtre, donnant par sa combustion beaucoup d'eau et d'acide carbonique ; dissolvant le plus efficace d'une foule de substances, et notamment des matières résineuses, des sels déliquescens, des alcalis caustiques ; susceptible de se combiner en nature avec plusieurs acides minéraux ou végétaux, ainsi que l'ont démontré les belles expériences de Thénard (1), et exerçant, dans ses composés, une assez grande force de saturation ; recevant de l'action de quelques autres acides, des changemens qui le dénaturent et le transforment en un autre liquide bien autrement odorant, bien plus volatil, plus inflammable, en un mot de l'*éther* ; enfin, miscible à l'eau en toute proportion, avec pénétration réciproque, avec dégagement de châleur, et reproduisant ainsi l'eau-de-vie ou les esprits de tous les titres.

Saussure ayant analysé l'alcool, nous a présenté ce liquide comme formé de 43,65 de carbone, 37,85 d'oxigène, 14,94 d'hydrogène et 3,52 d'azote (2).

Les Chimistes sont encore partagés sur la question de savoir si l'alcool est tout formé dans le vin, ou si le vin se borne à contenir un composé que la distillation transforme en partie en alcool. Fabroni et Berthollet penchent pour ce dernier sentiment.

Quelque soit le vin dont l'alcool provienne, celui-ci est toujours un liquide homogène, dont la nature et les qualités intrinsèques ne varient point. S'il offre souvent des différences très-remarquables dans sa couleur, son odeur ou son goût, il le doit à des matières étrangères qu'il a dissoutes ou qui l'ont suivi dans sa volatilisation, et notamment à de petites quantités d'acide acétique et d'une huile volatile quelquefois empyreumatique et d'un goût repoussant, mais d'autres fois agréablement aromatique

(1) Mém. de la Société d'Arcueil, tom. 1, pag. 157 et 182, tom. 2, pag. 20.

(2) Mém. de la Société d'Arcueil, tom. 1, pag. 345.

et modifiant avantageusement les qualités de l'alcool. La nature des vins, les soins portés à la distillation sont les principales causes de ces différences qui sont très-importantes, lorsque les eaux-de-vie ou esprits sont destinés à des opérations délicates de la Chimie, à servir de boisson et surtout à la confection des liqueurs de table, pour lesquelles il s'agit d'associer à l'alcool quelque arome végétal, dont la suavité ne doit point être altérée par des saveurs ou des odeurs hétérogènes.

§. VII.

Théorie de la Fermentation vineuse.

Le résultat le plus remarquable de la fermentation vineuse, c'est que pendant sa durée la matière sucrée propre au moût a totalement disparu, qu'on n'en retrouve pas même des traces dans le liquide vineux qui a suffisamment fermenté, et qu'il s'est formé en même temps deux nouveaux produits, de l'acide carbonique et de l'alcool.

Il est évident que ces deux dernières substances se sont formées des débris de la matière sucrée. L'observation seule pouvait tirer cette conséquence; mais il fallait les secours de l'expérience, et d'une expérience très-délicate, pour découvrir comment se fait cette transmutation, et quels changemens de nature subit le sucre en se convertissant en alcool et en acide carbonique.

Lavoisier éclaira ce sujet d'une vive lumière, en comparant la composition du sucre avec celle de l'acide carbonique et de l'alcool qui en dérivent, et démontrant qu'il y a une équation rigoureuse entre les élémens de la matière que la fermentation a détruite, et ceux des deux nouveaux composés auxquels elle a donné naissance (1). Il vérifia que 100 parties de sucre composées, ainsi qu'il résulte de l'analyse de cette substance, de 0,64 d'oxigène, 0,28 de carbone et 0,08 d'hydrogène, étant

(1) Voyez pag. 145 et 148 de ses Élémens de Chimie, tom. 1.

soumises à la fermentation, se transformaient en un peu plus de 0,35 d'acide carbonique, environ 0,58 d'alcool, et à peu près 0,02 d'acide acétique, qui représente assez exactement les élémens du sucre, mais combinés dans un nouvel ordre, tel, que l'oxigène abonde dans l'acide gazeux, en y retenant beaucoup de carbone, au lieu que l'hydrogène domine dans l'alcool, où il est associé à beaucoup de carbone et fort peu d'oxigène.

Ainsi Lavoisier établissait cette théorie de la fermentation vineuse ; qu'en vertu des conditions qui la développent, l'équilibre qui unit les élémens du sucre est rompu ; que cet oxide végétal se partage en un produit brûlé, acide gazeux, retenant la plus grande proportion d'oxigène, et en un autre très-volatil, très-inflammable, comme éminemment hydrogéné et retenant fort peu d'oxigène ; que ni le concours de l'eau par ses principes, ni l'intervention de l'air par son oxigène, ne sont nécessaires à ce changement de forme ; que les élémens de l'acide et de l'alcool ne dépassant point la quantité des élémens respectifs du sucre, ce dernier peut être regardé comme l'unique source des autres ; que la force qui imprime ce changement aux élémens du sucre, n'est autre que leur disposition naturelle à subir ce partage au milieu des conditions qui la favorisent ; enfin, que le ferment employé se borne à ouvrir la scène fermentative, à rompre la constitution chimique du sucre, qui trouve ensuite en lui-même l'aptitude nécessaire pour continuer de fermenter (1).

Mais du sucre seul, dissout dans l'eau, n'est nullement capable d'éprouver la fermentation vineuse ; l'expérience ne laisse à cet égard aucun doute : il lui faut un ferment, et un ferment d'une nature particulière. Lavoisier lui-même en a reconnu la nécessité, tout en lui faisant jouer un rôle trop passif.

C'est par la détermination de ce ferment, par l'appréciation du mode d'influence qu'il exerce en agissant sur le sucre, que

---

(1) Élém. de Chimie, tom. 1, pag. 150.

Fabroni et Thénard ont beaucoup ajouté aux progrès de la doctrine de la fermentation qui m'occupe. Les travaux de ces deux habiles Chimistes offrent cela de remarquable, qu'ils les ont conduits aux mêmes résultats généraux, quoiqu'ils aient été entrepris et suivis, sans qu'aucun d'eux connût les tentatives de l'autre : aussi fondrai-je en communauté les matériaux que j'emprunterai à chacun des deux.

D'après les expériences de ces deux Chimistes, tous les sucs végétaux capables de la fermentation vineuse contiennent une substance floconeuse, plus ou moins disposée à se précipiter, et que l'on peut séparer à l'aide de filtrations répétées.

Ainsi dépouillés de cette matière, ces mêmes sucs deviennent incapables de fermentation, tandis qu'il suffit, pour la développer dans une dissolution de sucre, d'y ajouter une certaine quantité de cette même substance.

Si on évalue les proportions de ce corps avant la fermentation, on les trouve moindres quand elle est terminée : cet agent contribue donc aux changemens qui la caractérisent.

Toutes les matières, auxquelles on a reconnu la propriété d'exciter et de développer la fermentation vineuse, contiennent des quantités variables de ce ferment, et deviennent d'autant plus propres à cet usage, qu'elles en contiennent des proportions plus grandes.

Cette matière forme ces écumes floconeuses qui surnagent le liquide qui fermente et qu'on nomme *levûre*, ainsi que la plus grande partie de la *lie* qui se précipite au fond du liquide vineux : aussi ces deux substances sont-elles singulièrement propres à servir de ferment.

Ce ferment est de nature végéto-animale, analogue au glutineux, comme lui tenant de l'azote, donnant de l'ammoniaque par la distillation, et susceptible de la fermentation putride à l'instar des substances animales.

Une propriété très-remarquable du ferment, c'est l'avidité avec laquelle il attire l'oxigène de l'air, et forme de l'acide carbonique,

de l'acide acétique, avec dégagement d'azote : effets bien plus saillans, lorsque cette substance est en contact avec l'oxigène pur.

C'est surtout par cette propriété qu'il paraît agir dans la fermentation, et provoquer la décomposition du sucre : à cet égard, voici comment on conçoit que les choses se passent.

Le ferment agissant par son carbone sur l'oxigène du sucre, décide le dégagement des premières portions d'acide carbonique ; dès que l'équilibre de constitution est rompu par rapport à la matière sucrée, le reste de ses principes se combine dans les proportions qui donnent l'alcool et l'acide carbonique : d'où il suit que la constitution du sucre ne peut être altérée, que celle du ferment ne le soit aussi. Il est probable que ce n'est pas seulement par son carbone, mais encore par son hydrogène, que le ferment soutire l'oxigène du sucre; on peut concevoir que cette dernière substance, très-chargée d'oxigène et de carbone, cède partie de son oxigène au carbone et hydrogène du ferment, et partie de son carbone à son propre oxigène : peu à peu l'hydrogène du sucre vient à prédominer, l'alcool se produit. Pendant que ces changemens s'opèrent dans le sucre, le ferment en éprouve de son côté qui coïncident avec ceux-là. A mesure que l'hydrogène et le carbone l'abandonnent, et que l'azote s'échappe, il se forme de l'acide acétique et une matière blanche insoluble à l'eau, sans action sur le sucre, ne donnant à la distillation aucun vestige d'ammoniaque, et laissant un charbon qui brûle sans résidu : cette matière n'est autre chose que le ferment désanimalisé par suite de son action sur le sucre. On en trouve d'autant plus dans les levûres et dans les lies, qu'il y a eu plus de matière sucrée de détruite. Cette dernière circonstance rend très-plausible que le ferment contribue par son hydrogène à la production de l'alcool ; puisque, avant la fermentation, il donne beaucoup d'ammoniaque, où l'on sait que l'hydrogène abonde, au lieu qu'il n'en fournit point après la fermentation.

Mais au milieu de tous ces changemens, qu'est devenu l'azote du ferment ?

Thénard a fait d'infructueuses recherches pour découvrir ce prin-

cipe dans les produits : d'où résulterait, pour la théorie de l'opération, une lacune qui ne laisserait pas d'être embarrassante, si l'analyse de l'alcool, par Saussure, n'indiquait l'azote parmi ses élémens; ce qui aurait encore besoin de nouvelles confirmations.

M. Berthollet a fortifié les données fournies par Fabroni et par Thénard sur la nature du ferment, en employant comme tel le glutineux de la farine de froment. Il a vu que pour rendre son action plus énergique, il suffit de l'employer quand il a subi un commencement de putréfaction, ou d'ajouter un peu de tartre, dont l'utilité paraît se borner à diminuer la cohésion du glutineux (1).

Le tartre avait paru à quelques Chimistes être lui-même le véritable ferment. Quelques essais de Bullion l'avaient mis en possession de ce rôle : cependant on est revenu de ce sentiment, depuis qu'il a été constaté que l'on trouve la même quantité de tartre avant et après la fermentation, et que les vins les plus riches en tartre ne sont pas ceux qui fermentent le mieux (2).

Proust a étudié, après Fabroni et Thénard, la fermentation qui les avait occupés, et n'a pas toujours partagé leur opinion. Il prétend que, lorsqu'on a dépouillé le moût de raisin de cette matière glutineuse qu'il tient en suspension, à l'aide de la filtration, de la saturation des acides qui rend sa séparation plus complète, et de la clarification par le blanc d'œuf, le liquide, malgré sa grande transparence, ne laisse pas de fermenter avec la même énergie, qu'avant ces dépurations : il en a conclu que le *sucre liquide* ou *mucoso-sucré* remplissait seul le rôle de ferment, était le seul corps fermentescible par lui-même, le seul capable d'imprimer au sucre solide la fermentation vineuse. Mais cette manière de voir les choses m'a paru être infirmée par une expérience de ce savant Chimiste. Il a fait fermenter une dissolution de sucre de cannes, marquant 17 degrés, avec un peu de lie de vin nouveau, qu'il avait eu soin de débarrasser, par le lavage, de tout reste de tartre et d'acide ; et il

---

(1) Stat. Chimique, tom. 2, pag. 515.

(2) Voy. Ann. de Chim., tom. 57, pag. 254.

assure que le vin qui en est résulté, était le plus *véritablement magnanime* (1). Or, dans cette expérience, l'eau des lavages n'a-t-elle pas entraîné aussi tout le *sucre liquide*, bien plus soluble que le tartre? Il y avait donc dans les lies une matière insoluble à l'eau, qui a agi comme un ferment très-actif : tout cela me paraît rentrer dans le sentiment de Thénard.

L'action du ferment doit donc être conçue comme une action chimique nécessaire, provenant de ses affinités. On peut la comparer, en quelque sorte, à celle qu'un métal, mis en contact avec l'acide nitrique, exerce sur les élémens de cet acide : l'oxigène est attiré d'un côté par le métal, tandis que de l'autre se forment du gaz nitreux, du gaz oxide d'azote et de l'acide nitreux. Il résulte de là que toutes les fois que le sucre et le ferment se rencontrent, leur constitution doit être dénaturée d'une manière spéciale. Pourquoi cet effet n'a-t-il pas lieu dans le raisin, où ces deux corps existent simultanément? C'est qu'ils y sont contenus dans des organes différens, et séparés par des membranes qui préviennent leur contact immédiat, ainsi que nous l'a appris une dissection très-délicate du grain de raisin faite par Fabroni. On voit, d'après cela, que les opérations préliminaires qui consistent à déchirer et fouler ce grain, ont pour véritable objet de mêler ces deux corps, qui ne peuvent donner lieu à la fermentation vineuse que par le contact immédiat, sans lequel leur action réciproque est interceptée.

Dans cette théorie de la fermentation vineuse, le ferment est considéré comme une matière identique dans tous les sucs fermentescibles, et le contact de l'air est regardé comme une condition superflue, tous les effets paraissant provenir de l'action réciproque du ferment et du principe sucré. Mais des recherches très-récentes de Gay-Lussac (2) ont prouvé que si la levûre de bière peut décider la fermentation du sucre sans le concours de l'air, il n'en est pas de même du ferment qui se trouve dans

---

(1) Voy. Ann. de Chimie, tom. 57, pag. 262.

(2) Annales de Chimie, tom. 76, pag. 245.

le moût de raisin, le suc de groseille, etc. : ce dernier est incapable d'éprouver le mouvement fermentatif, s'il n'a pas le contact de l'air, et s'il n'absorbe la quantité d'oxigène qui le rend propre à cela ; ce que l'auteur de ces recherches a démontré par des expériences, qui ne laissent pas d'indécision sur ce point. Aussi, du moût de raisin exprimé du fruit, sans qu'il ait reçu le contact de l'air, résiste à la fermentation, quoiqu'il soit placé au milieu des conditions qui la décideraient promptement, si l'oxigène pouvait agir sur lui. Cet oxigène absorbé paraît agir sur le ferment, et modifier sa nature ; car le liquide se trouble, au moment où cette absorption a lieu. On ne peut pas dire qu'il sert à former de l'acide carbonique, la quantité d'acide gazeux qui s'échappe étant de beaucoup supérieure à celle de l'oxigène qui a disparu. De sorte que si l'oxigène est indispensable, dans ces cas, pour donner la première impulsion au mouvement fermentatif, il paraît bien que l'action réciproque du ferment et du sucre suffit pour l'entretenir et le continuer.

Il est des procédés utiles, employés dans les Arts pour enrayer l'action du ferment, et ôter au moût de raisin, ainsi qu'aux autres sucs fermentescibles, la faculté de fermenter. On donne à cette opération le nom de *mutisme*, et les moûts qui l'ont subie, sont désignés sous celui de *moûts mutés*. La méthode du mutisme la plus familière est le soufrage : elle consiste à mêler le moût avec de certaines proportions de gaz acide sulfureux, provenant de la combustion du soufre. M. Perpere, Pharmacien à Azile, assure qu'une petite quantité d'acide sulfurique remplit le même objet. Les recherches relatives au mutisme ont pris une certaine activité, depuis que la fabrication du sucre indigène, extrait du raisin, a rendu plus nécessaires les procédés conservateurs du moût. On a reconnu la faculté de muter dans l'oxide rouge de mercure, le muriate de mercure doux, et surtout le sulfite de chaux. Il est probable que cette classe d'agens deviendra de plus en plus nombreuse ; ce ne sera que lorsqu'on pourra juger du mode d'action, commun à des substances si différentes, sur les matériaux constitutifs du moût,

que l'on pourra former une théorie du mutisme : jusque-là, on est réduit à n'entrevoir que de simples probabilités. On pourrait penser, par exemple, que les agens du mutisme se combinent avec le ferment, et neutralisent son action sur le sucre : ce qu'on apprend tous les jours de l'aptitude à la saturation et à la combinaison qu'on était naguère éloigné de supposer aux composés organiques, semble rendre cette conjecture quelque peu probable.

Gay-Lussac attribue la prééminence de l'acide sulfureux sur les autres agens, pour opérer le mutisme, à l'avidité avec laquelle il s'empare de l'oxigène que le moût ou le vin aurait pu prendre, et à éloigner ainsi une cause de fermentation des plus efficaces (1).

§. VIII.

Des liquides fermentés analogues au vin.

Une foule de substances partagent avec le suc de raisin la faculté d'éprouver la fermentation vineuse, et le vin proprement dit est le type d'un grand nombre de produits qui lui sont très-analogues, et qu'on peut considérer comme autant d'espèces de vin.

L'art d'extraire des liqueurs fermentées de certains végétaux, autres que les raisins, remonte à une antiquité fort reculée ; et le témoignage des Historiens atteste combien les procédés de cette fabrication étaient répandus parmi les anciens peuples.

Il est deux classes de végétaux qui peuvent être appropriés à cet usage : 1.° tous ceux qui contiennent naturellement du sucre : les fruits doux sont dans ce cas; 2.° ceux en qui l'art peut faire naître des proportions suffisantes de matière sucrée, comme cela a lieu pour les graines céréales.

La pulpe de certains fruits, qu'à leur saveur douce on juge devoir être plus ou moins riches en matière saccharine, est employée

(1) Annales de Chimie, tom. 76, pag. 258.

suivant les pays à produire des boissons fermentées spiritueuses. Ainsi, les pommes donnent le *cidre*, les poires le *poiré*, les cerises une eau-de-vie qui, parmi nous, retient le nom de *kirchenwaser* qu'elle a reçu dans les lieux où on la prépare. Les prunes, les abricots, les pêches, etc. fourniraient également des produits spiritueux par leur fermentation.

On sent bien que le suc de l'*arundo saccarifera* doit être singulièrement propre au même emploi: aussi dans les Colonies, où ce précieux végétal est cultivé, prépare-t-on avec ses produits une eau-de-vie très-estimée, répandue dans le Commerce sous le nom de *rhum*.

Quant aux graines céréales, comme dans leur état naturel elles offrent à peine quelques indices de matière sucrée, il est indispensable de leur faire subir une opération préliminaire, qui développe en elles des proportions suffisantes de sucre, et les rende capables d'une fermentation énergique: cette opération, c'est la *germination*, après laquelle elles ont ce qu'il faut pour fermenter convenablement, pourvu qu'on leur ajoute le véhicule aqueux qui leur est nécessaire, qu'on les expose à la température requise, et qu'on y introduise de la *levûre* ou ferment pour rendre le mouvement plus actif. L'orge, l'avoine ou le froment ainsi préparés, donnent ce qu'on appelle la *bière*, dont l'usage est si répandu. Dans les Indes Orientales, on retire du riz une eau-de-vie, connue sous le nom de *Rack*, et certaines Peuplades de l'intérieur de l'Afrique préparent une boisson fermentée avec les graines de l'*holcus spicatus* (1).

Le miel, étendu d'eau, donne lieu à un produit du même ordre, à l'*hydromel*

Il n'est pas jusqu'aux liquides animaux, dont on ne puisse retirer des produits spiritueux par leur fermentation, pourvu qu'ils contiennent de la matière sucrée. On sait que les Arabes font fermenter le lait des jumens, pour en user comme boisson spiritueu-

(1) Voy. de Parck, pag. 63.

se. L'urine des diabétiques, une dissolution de pycromel sont susceptibles d'effets analogues, ainsi que l'ont éprouvé divers Chimistes.

CHAPITRE SECOND.

De la Fermentation acide.

§. I.er

Le mouvement intestin qui, dans la fermentation précédente, a transformé une matière sucrée en une liqueur vineuse, chaude, inflammable, alcoolique, ne s'arrête pas toujours à ce terme; il prend quelquefois, à l'aide de certaines conditions, une direction bien différente, et développe dans le liquide un acide végétal, connu sous le nom d'*acide acétique*. Le vin n'offre plus dès-lors ses premières propriétés; son odeur, sa saveur, ses effets, sa combustibilité sont totalement changés : ce n'est plus que du *vinaigre*. Ce changement spontané de nature est connu sous le nom de *fermentation acide* ou *acétique*.

Je tracerai le tableau des principales considérations chimiques dont elle est susceptible, en parcourant rapidement ses conditions, ses procédés, la série des matières capables de l'éprouver, la nature de ses produits et la théorie de ses phénomènes.

§. II.

Conditions de la Fermentation acide.

Pour que du vin éprouve, de la manière la plus complète, la fermentation acide, il lui faut : 1.° une température suffisamment élevée; 2.° le contact de l'air extérieur; 3.° l'intervention d'un ferment; 4.° enfin, qu'il soit assez riche en alcool.

La température. C'est entre 15 et 20 degrés R., qu'elle est la

plus favorable: lorsqu'elle dépasse cette dernière limite, elle devient nuisible en causant de trop grandes déperditions de la partie alcoolique. Les vinaigriers ont grand soin de la fixer dans leurs ateliers au point convenable, et c'est, en quelque sorte, un des meilleurs garans du succès de leur travail.

Le contact de l'air. Il est généralement reconnu que le vin s'aigrit très-facilement, lorsqu'il a le contact libre de l'air, ou qu'il ne remplit qu'en partie les vases qui le contiennent; et qu'un des moyens plus sûrement préservateurs de la fermentation acide, c'est de tenir ce liquide dans des vases bien pleins et hermétiquement fermés. L'air abandonne dans ce cas son oxigène au vin qui lui rend de l'acide carbonique. On regarde en général cette oxigénation comme une condition indispensable, et l'on avait pensé que la quantité d'acide formé était proportionnelle à l'oxigène absorbé.

Intervention d'un ferment. L'alcool pur ne peut subir la fermentation acide, et le vin vieux en est à peu près incapable, parce qu'il s'est dépouillé, avec le temps, de tous les matériaux qui pourraient agir comme ferment. Les vins nouveaux sont au contraire très-aptes à s'aigrir. On n'affaiblit leur susceptibilité, qu'en ayant soin de les clarifier et de les transvaser, pour diminuer la réaction que des lies abondantes pourraient exercer sur eux. Ces levains ou fermens sont très-nombreux. Les vins déjà aigris, leurs lies, les raffes et grappes de raisin, ainsi que les jeunes pousses de vigne, les légumes, les levûres, le glutineux des farines, tous les sucs végétaux acides peuvent être regardés comme tels.

Le vin doit être riche en alcool. Le meilleur vinaigre provient du vin le plus spiritueux; Becher avait déjà connu cette vérité pratique. L'alcool disparaît pendant l'acétification, et tout annonce que ses débris sont les plus favorables à la production de l'acide acétique, puisque les proportions de ce dernier, sa force et même son arome particulier varient suivant la spirituosité et l'arome du vin: aussi les vins généreux du Midi donnent-ils des vinaigres plus estimés, et l'on n'obtient que des vinaigres faibles, des vins légers et surchargés de la matière des lies.

§. III.

De la fabrication du vinaigre.

Les procédés employés dans les ateliers pour fabriquer le vinaigre, peuvent bien varier par quelques manipulations, mais ressortent nécessairement des conditions précédentes.

Pour avoir du très-bon vinaigre, il suffit de remplir à moitié un tonneau d'un vin de bonne qualité, de le tenir exposé à la température requise, de laisser à l'air un libre accès, de brasser de temps en temps le liquide, qui ne tarde pas à s'aigrir fortement.

Un pareil tonneau à vinaigre peut en être une source inépuisable, si, à mesure qu'on en retire pour les usages, on le remplace par du vin qui ne tarde pas à s'aigrir comme le reste.

Boerhaave avait conseillé de disposer au fond de deux tonneaux, sur une claie, une couche de jeunes pousses de vigne, d'ajouter beaucoup de raffes de raisins, de remplir ensuite les tonneaux de vin, l'un à moitié, et l'autre en totalité, et d'exciter ou de modérer alternativement les mouvemens fermentatifs dans les deux, en augmentant ou diminuant alternativement la masse du liquide qu'ils contiennent, jusqu'à une acétification complète.

A Orléans, où ce commerce est très-actif, on a de vieux tonneaux imprégnés de vinaigre, et qu'on appelle *mère de vinaigre* : à leur défaut, on en prend de neufs, dans lesquels on projette environ 100 pintes de bon vinaigre bouillant ; il y repose quelque temps ; on y verse ensuite le vin qu'on veut acidifier, en ayant soin de n'ajouter celui-ci que par fractions de dix pintes, et à des intervalles qui varient suivant que la fermentation marche plus ou moins vîte, mais qui supposent que la dernière portion ajoutée est déjà complétement changée en vinaigre.

§. IV.

Des susbtances susceptibles de Fermentation acétique, autres que les vins.

La fermentation acétique n'est pas, à beaucoup près, exclusive

aux liqueurs spiritueuses ; on l'observe dans une foule de matières très-differentes : la connaissance de tous les phénomènes fermentatifs où il est produit, peut seule guider dans la théorie générale de sa formation ; ce qui me porte à indiquer les principaux.

Il se forme de grandes proportions d'acide acétique dans les travaux des Amidoniers, dans lesquels les matériaux des farines sont soumis à une véritable fermentation. Vauquelin a prouvé qu'en mettant en présence des quantités données d'amidon et de gluten au milieu des conditions favorables, il se forme beaucoup d'acide acétique, il s'échappe du gaz acide carbonique, il y a production d'ammoniaque aux dépens du gluten, et destruction d'une certaine quantité de fécule qui s'est convertie en acide acétique.

Les gommes, comme les fécules, possèdent à un haut degré la propriété de se changer en acide acétique, quand elles sont dissoutes dans le véhicule nécessaire, et soumises à l'influence des conditions qui provoquent cette fermentation : le lait, les bouillons, les gelées animales partagent cette propriété. On la retrouve dans la sève de la plupart des végétaux, qui s'aigrit avec facilité, dans les eaux où l'on a fait tremper des légumes, des choux, des navets, etc. ; les sucs des fruits aigres, tels que ceux de pomme, de groseille, de framboise, exposés à un air chaud, augmentent d'acidité, et donnent de l'acide acétique à la distillation ; enfin, cet acide se développe dans presque tous les extraits végétaux qui ont un peu fermenté, et jusque dans le tan lui-même.

L'acide acétique est encore formé dans une foule de phénomènes chimiques, et notamment dans la distillation des plantes, dans l'action de certains acides minéraux sur leurs produits ; mais ce n'est plus alors le résultat d'une fermentation, et le phénomène sort de nos attributions.

§. V.

De la nature des produits de la Fermentation acide.

Le vinaigre est le produit immédiat de cette fermentation :

c'est un liquide d'une couleur rougeâtre ou jaunâtre, plus ou moins limpide, d'une saveur aigre, d'une odeur piquante, agréable, d'une pesanteur spécifique supérieure à celle de l'eau, et variable de 1,01 à 1,25; employé dans les ménages comme assaisonnement, comme moyen conservateur des substances végétales ou animales; dans les Pharmacies comme dissolvant de certains principes végétaux, et donnant lieu aux *vinaigres composés aromatiques*; susceptible de changemens qui dénaturent ses propriétés et sa composition, lorsqu'il est récemment obtenu et trop chargé de matières étrangères; pouvant être mis à l'abri de cette altération, si, d'après le conseil de Schéele, on expose quelques instans les bouteilles qui le renferment, à l'ébullition d'un bain-marie; réunissant dans sa composition, outre l'acide acétique qui en est le principe essentiel, et l'eau qui en forme le véhicule, du mucilage, du tartre, une matière colorante, quelques autres acides végétaux, et très-souvent un très-léger reste d'alcool.

Lorsqu'on soumet du vinaigre à la distillation, il se volatilise un liquide blanc, limpide, odorant, fortement acide, qu'on appelle *vinaigre distillé ou acide acéteux*: les autres matériaux demeurent dans le résidu.

Si l'on fait agir du vinaigre distillé sur des alcalis, des terres ou des métaux, ces bases s'emparent de l'acide; et la nature des combinaisons qui en résultent, le distingue surtout parmi les acides végétaux. Ces combinaisons, qu'on a quelque temps signalées sous le nom d'*acétites*, peuvent rendre, à l'aide de certains procédés, l'acide qu'elles ont pris. On a cru long-temps qu'il y avait une grande différence entre celui à l'aide duquel on les a formées, et celui qu'elles donnent par leur décomposition: aussi l'on signalait ce dernier sous le nom d'*acide acétique* ou *vinaigre radical*, par opposition envers l'autre qu'on nommait *acide acéteux* ou *vinaigre distillé*.

Les principaux motifs de cette distinction provenaient de la différence de saveur, d'odeur et d'énergie qu'on supposait dépendre d'une différence de nature. Quelques phénomènes qui ac-

compagnent la production de l'acide acétique, semblaient d'ailleurs attester des changemens dans la composition de celui qui faisait partie de l'acetite ; mais des épreuves sans réplique ont demontré qu'il y a identité de nature entre ces deux acides, qu'ils ne diffèrent que par leur degré de concentration, ou par les matériaux étrangers qui leur sont associés, et qu'on peut transformer, à volonté, l'acéteux en acétique, en le dépouillant de son eau surabondante, et plus facilement encore l'acétique en acéteux, en lui ajoutant de l'eau.

L'acide acétique, dans les états de vinaigre distillé ou de vinaigre radical, est un liquide transparent sans couleur, d'une odeur aromatique ou comme empyreumatique, d'une saveur ou simplement acide, ou âcre et piquante, d'une action sur la peau, ou seulement astringente, ou rubéfiante et comme corrosive, d'une pesanteur spécifique qui varie de 1,007 à 1,080, volatile, inflammable quand on le chauffe, congélable par le froid, s'unissant aux bases et formant des sels particuliers qui doivent être exclusivement désignés sous le nom d'*acétates* ; associé, dans le *vinaigre distillé*, à une matière mucilagineuse ou extractive qui a été entraînée et que des distillations répétées ont peine à détruire, et le plus souvent à un peu d'alcool ; et dans le *vinaigre radical* à un principe léger, inflammable, odorant, que Derosne et Chenevix ont signalé sous le nom d'*éther pyro-acétique*, ou simplement d'*esprit pyro-acétique* (1).

Les tentatives qui ont eu pour objet de nous dévoiler la nature chimique de l'acide acétique, nous le présentent comme composé à peu près de 50,19 oxigène, 13,94 hydrogène et 35,87 de carbone. Proust a cru qu'il recélait de plus un peu d'azote, et Lavoisier l'avait également supposé; de sorte qu'il reste encore à cet égard un peu d'indécision.

---

(1) Ann. de Chim., t. 69, pag. 10.

§. VI.

Théorie de la Fermentation acide.

La théorie de la fermentation acide est bien moins avancée que celle de la fermentation vineuse : ce que l'on doit attribuer à ce que les conditions, au milieu desquelles celle-là peut se réaliser, sont plus nombreuses et jusqu'ici plus vaguement déterminées.

La nature du produit essentiel de la fermentation acide annonce d'avance que ce sont les procédés oxigénans qui doivent ici dominer; au lieu que dans la vineuse, ce sont les désoxigénans qui prévalent. Quelles sont donc les matières qui éprouvent ou provoquent l'oxigénation pour la formation de l'acide acétique ?

On ne peut s'empêcher de voir que la nécessité du contact de l'air et l'absorption d'oxigène ont pour objet d'augmenter les proportions de ce principe dans la matière acétifiable. L'oxigène de l'air ne produit point cet effet, en se fixant lui-même sur ce liquide : tout annonce qu'il ne sert qu'à brûler du carbone, et à produire tout l'acide carbonique, dont le dégagement accompagne cette fermentation. C'est ce qu'on peut conclure de quelques expériences de Théodore Saussure (1), dans lesquelles cet habile Chimiste s'est assuré, en provoquant l'acétification d'une masse de vin dans un appareil fermé, mais en partie plein d'air ou d'oxigène, que l'acide carbonique dégagé égale justement par son volume celui de l'oxigène qui a disparu. S'il y a quelquefois un peu de vide de formé, c'est qu'une portion de gaz acide carbonique s'est laissée dissoudre dans le liquide : aussi, lorsqu'on a eu soin de saturer ce dernier de ce gaz, on n'aperçoit aucune perturbation de l'air qui a digéré sur le vin pendant

(1) Recherches chimiques sur la Végétation, pag. 144.

son acétification. L'exactitude de ces rapports prouve assez que tout l'oxigène fourni par l'air a servi à brûler du carbone : ce qui revient au même pour l'oxigénation de la matière acétifiable, puisqu'en perdant son carbone, son oxigène doit bientôt dominer dans sa constitution.

Mais cette cause d'oxigénation n'est pas aussi énergique, qu'on serait tenté de le croire; car il résulte, d'essais faits par le Chimiste précédemment cité, que la quantité d'oxigène absorbé, et conséquemment d'acide carbonique dégagé, ne dépasse jamais deux fois le volume du vin, lors même que celui-ci est plongé dans une atmosphère d'oxigène.

Le ferment glutineux, qui, dans la fermentation vineuse, a transformé le sucre en alcool, paraît continuer d'agir dans la fermentation acide, mais avec une direction différente et en donnant lieu à des effets contraires. Bertholet a retiré de l'acide acétique sans indice d'alcool, d'un mélange de gluten et d'amidon lavés avec soin et disposés favorablement pour la fermentation acide : il en a conclu que l'acétification est principalement due à l'action du gluten ou d'une substance qui en approche, sur l'amidon ou sur une matière analogue (1).

Il est certain que les vins, dans lesquels le ferment glutineux abonde, passent facilement à l'aigre, au lieu que les vins doux et généreux résistent efficacement à l'acétification, ainsi que l'a observé l'illustre Auteur de l'Art de faire le vin. Cette résistance vient souvent par le défaut de glutineux, défaut qui a laissé une portion du sucre inaltérée : tant qu'il y a du sucre à alcooliser, le ferment borne son action sur lui ; dès que le sucre est épuisé, s'il reste un excès de glutineux, il attaque l'extractif ou fécule, et produit de l'acide. Il est vrai que si son premier effet acidifiant se porte sur cette matière analogue aux fécules qu'on trouve dans les vins, il doit agir secondairement sur le composé alcoolique qui disparaît et concourt à former l'acide acétique.

---

(1) Statiq. chimique, tom. 2, pag. 526.

Ce que nous avons dit de la manière d'agir du ferment pour la conversion du sucre en alcool, ne peut nullement s'appliquer ici. Il ne saurait influer dans l'acétification, en attirant, par son carbone, l'oxigène du corps acétifiable : il est probable, au contraire, que l'acide acétique se compose, et de l'oxigène du corps acétifiable, et de celui du ferment, et que c'est principalement à rompre la constitution de ce dernier, que s'emploie l'oxigène de l'air qui le décarbonise jusqu'à un certain point. Dès que l'agent et le sujet de cette fermentation ont perdu leur équilibre de constitution ; ils doivent réagir l'un sur l'autre, de manière à produire cet acide par les seules forces qu'ils mettent en jeu ; mais il faut convenir que l'ordre dans lequel ces forces s'exercent, et le mode d'influence de tous les corps soumis au travail de l'acétification, sont encore à déterminer.

CHAPITRE TROISIÈME.

De la Fermentation putride.

§. I.er

Les deux fermentations précédentes sont, en quelque sorte, plutôt des travaux de l'art, que des opérations de la nature ; il n'est d'ailleurs qu'un petit nombre de substances qui puissent les éprouver, et c'est dans les végétaux qu'on les trouve principalement ; il fallait à la nature une manière propre d'opérer la décomposition des produits de l'organisation et de la vie, assez générale pour affecter, après la mort, tous les composés organiques sans distinction : c'est ce qu'elle exécute dans ce travail que les Chimistes appellent *fermentation putride* ou *putréfaction.*

Pour la faire connaître, je l'envisagerai au milieu des circonstances qui lui sont les plus favorables, et j'indiquerai son but, ses matériaux, ses conditions, ses phénomènes, ses produits, ses modifications et ses obstacles. A la rapidité avec laquelle

je vais parcourir ces divers objets, on verra bien que je ne me suis proposé que de tracer une esquisse : mon motif sera facile à pénétrer.

§. II.

Son but.

Le but de cette fermentation est évidemment de détruire les combinaisons que la vie avait réalisées, d'en désagréger les élémens, et de les reporter, enfin, à un état d'où ils puissent rentrer de nouveau dans les corps organisés, leur servir d'aliment et de soutien, revêtir les mêmes formes et entretenir ainsi cette circulation de principes, que les Philosophes de tous les siècles ont admise, que les faits attestent de toutes parts, et que Becher appelait le cercle du mouvement éternel. *Circulus æterni motus.*

§. III.

Matériaux qui l'éprouvent.

Toutes les combinaisons que la vie a formées sont subordonnées à cette fermentation, mais avec une aptitude à l'éprouver qui varie singulièrement suivant leur constitution chimique. Les substances animales sont infiniment plus putrescibles que les végétales, ce qu'elles doivent à une plus grande complication de principes, et surtout aux grandes proportions d'azote qu'elles contiennent, et qui est l'élément éminemment *septique.* Parmi elles, les plus putrescibles sont celles où l'azote abonde le plus : telle est l'urée, comme l'a prouvé Fourcroy ; telle est encore la chair musculaire. Parmi les végétales, celles-là sont plus disposées à la fermentation, qui, contenant de l'azote, s'identifient ainsi avec les matières animales, telles que les champignons, les crucifères, etc. : dans ces deux règnes, les matières résineuses, huileuses, combustibles sont peu propres à la putréfaction, comme éminemment carbonées. En envisageant les rapports de putré-

factibilité dans les diverses substances, on a lieu de se convaincre que cette aptitude varie pour chaque matière, et qu'on ne peut pas s'attendre à retrouver ici la même uniformité dans la marche, la même constance dans les phénomènes que nous avons remarquées aux deux précédentes fermentations.

§. IV.

De ses conditions.

La fermentation putride ne se développe qu'autant que le corps qui la subit, est exposé à l'influence d'un certain degré d'humidité et d'une température appropriée; elle est secondairement favorisée par le contact de l'air et une pression modérée.

Eau. Agent essentiel de putréfaction ; celle-ci se réalise d'autant plus aisément, que l'humidité est plus abondante : les liquides animaux doivent à ses plus grandes proportions leur plus grande putrescibilité sur les composés du même ordre, etc.

Température. Son influence attestée : 1.° par la longue conservation des substances animales qui, dans les régions polaires, sont sous l'empire continuel du froid, et souvent enfouies dans les glaces; 2.° par la plus grande énergie de la putréfaction dans les lieux et les temps chauds. Ses limites les plus favorables sont de 15 à 25 degrés R. Une chaleur trop élevée dessèche, racornit, durcit, coagule et nuit ainsi à la putréfaction.

Contact de l'air. Il n'est pas indispensable, puisque Riche a prouvé que la putréfaction a lieu jusque dans le vide de la machine pneumatique; mais il est utile, ainsi que l'annonce la plus grande activité de cette fermentation dès que l'air y concourt: c'est probablement parce que ce contact est intercepté, qu'une matière animale recouverte d'eau pourrit moins bien, que si son tissu en était simplement imprégné.

La pression extérieure ne doit pas être trop forte. Une pression trop forte est un obstacle à l'expansion des fluides élastiques. La fermentation putride laisse échapper beaucoup de matières

gazeuses ; c'est probablement comme obstacle à leur dégagement, qu'une pression trop puissante prévient ou arrête le mouvement putréfactif, ainsi que le prouve l'expérience.

§. V.

De ses phénomènes.

Dès qu'une substance animale se trouve placée, après sa mort, sous les conditions énumérées, elle éprouve bientôt le mouvement intestin qui doit la réduire à ses élémens, et qui se développe, d'autant mieux que la masse putrescible est plus grande et plus mélangée, avec un appareil de phénomènes très-nombreux, parmi lesquels je me bornerai à signaler les principaux, suivant leur succession naturelle.

Le premier changement qu'on remarque dans la matière putrescible, affecte sa couleur qui pâlit d'abord et tourne bientôt à des teintes foncées ; son tissu se relâche, son odeur propre disparaît, pour faire place à une odeur fade, désagréable ; peu après, le ramollissement augmente, le tissu se désorganise, l'odeur prend un caractère fétide, la surface se tapisse de petites gouttelettes de sérosité, la substance s'affaisse et le travail putréfactif semble se ralentir : il ne tarde pas à reprendre une nouvelle impulsion ; une odeur vive, ammoniacale se fait sentir ; de l'ammoniaque se développe avec abondance ; une partie s'échappe et se volatilise, l'autre est saturée par les acides ; la masse entière offre, à cette époque, les preuves d'une dégénérescence alcaline très-exaltée. Durant ce dégagement, la matière se boursouffle de nouveau, se réchauffe, se remplit de bulles gazeuses, et s'affaisse une seconde fois. C'est un effort désorganisateur très-énergique, après lequel on ne retrouve presque plus d'indices de structure organique. Tous les matériaux, comme liquéfiés et confondus, ne forment plus qu'une sanie putride, d'une teinte brune ou verdâtre, du sein de laquelle s'échappent, avec une odeur infecte, des gaz putrides qui se répandent au loin,

et dont l'influence sur les animaux vivans est si délétère. Au bout d'un certain temps, ce dégagement est épuisé, le liquide a disparu par l'évaporation, et il ne reste plus qu'un résidu noirâtre, onctueux, peu abondant, friable, qu'on peut appeler le terreau animal.

§. VI.

De ses produits les plus ordinaires.

Au milieu de cette réaction si compliquée des forces chimiques, qui fait disparaître la substance animale, et la transforme en des composés si différens et si variés, on distingue des produits volatils et fixes, gazeux, liquides ou solides. Les gaz observés sont l'acide carbonique, les variétés de gaz hydrogène tenant du carbone, du phosphore ou du soufre, du gaz ammoniacal et le gaz putride miasmatique, dont la composition est peu connue, mais qui très-probablement offre une combinaison de plusieurs élémens, où l'azote abonde. Parmi les produits liquides, on remarque de grandes quantités d'ammoniaque, beaucoup d'eau qui s'est formée durant la putréfaction, des matières huileuses qui donnent avec l'ammoniaque une sorte de savon, plusieurs acides parmi lesquels on distingue l'acétique, le prussique et souvent le nitrique, formant tous des sels ammoniacaux. Enfin, dans le résidu solide qui constitue une si faible partie de la substance dont il provient, on trouve tous les principes fixes, terreux, salins ou métalliques de la matière animale, mêlés à un charbon résineux animal, et à une espèce de savon à base d'ammoniaque.

La théorie aperçoit les causes de tous ces phénomènes, dans les tendances des élémens du composé animal à s'assortir sous forme de telle ou telle combinaison plus simple et plus stable; mais il s'en faut que la science ait encore pu évaluer l'ordre et l'énergie de toutes les impulsions partielles, qui déterminent tous ces élémens à s'unir, de ces diverses manières, au sein d'une fermentation aussi tumultueuse et aussi compliquée.

§. VII.

De ses modifications.

La série des phénomènes et la nature des produits de cette fermentation varient, non seulement selon les substances qui l'éprouvent, mais encore suivant une foule de circonstances capables d'en modifier les résultats. Il s'en faut qu'on ait noté toutes les modifications dout elle est susceptible : je vais me borner à en indiquer quelques-unes, pour servir de point d'appui au principe que j'établis.

Bertholet a prouvé que des proportions différentes d'eau suffisaient pour changer, d'une manière notable, les résultats de la putréfaction d'une matière animale : avec un peu d'eau, il y a dégagement abondant de gaz hydrogène carburé, ou oxi-carburé, mêlé d'acide carbonique; avec beaucoup d'eau, il se montre peu de fluides gazeux, mais le liquide devient très-fétide : si à cette dernière circonstance se joint l'exposition au soleil, point de putréfaction, mais production de substance animée et dégagement de gaz oxigène, etc. etc. (1).

Une fouille, faite en 1786 au cimetière des Innocens, à Paris, permit à Fourcroy de constater que la fermentation éprouvée par des cadavres à l'abri de l'air extérieur, et placés au milieu d'autres corps analogues, les changeait totalement en une matière *adipocireuse* combinée avec l'ammoniaque (2).

Le Docteur Smith-Gibbes a reconnu, depuis, que les chairs musculaires se transforment en adipo-cire, lorsqu'elles se dénaturent à une eau courante (3).

La décomposition des cadavres, dans le sein de la terre, a lieu d'une manière bien plus lente, et doit offrir d'autres phénomènes

---

(1) Stat. chim., tom. II, pag. 546.

(2) Fourcroy, Ann. de Chim., tom. 5, pag. 154.

(3) Thoms, Syst. chim., tom. 9, pag. 242.

qu'au contact de l'air : il est même reconnu que la nature du terrein n'est pas étrangère à la manière dont cette décomposition se réalise, etc. etc.

§. VIII.

Des obstacles qui s'opposent à la Fermentation putride.

On peut prévenir, jusqu'à un certain point, retarder ou même suspendre la putréfaction à l'aide de certaines précautions plus ou moins conservatrices des substances putrescibles, et notamment des matières animales. Ces procédés conservateurs, dont l'économie domestique, les sciences, les arts, et même la religion des peuples tirent un parti plus ou moins avantageux, sont très-variés par les manipulations qu'ils nous présentent, par les ingrédiens qu'ils utilisent, mais encore très-peu connus dans leur mode d'action : leur indication doit compléter l'histoire de la fermentation qu'ils ont pour but d'empêcher.

Tantôt ces moyens conservateurs ont pour objet d'éloigner les conditions qui provoquent et facilitent le mouvement putréfactif : tels sont spécialement l'application du froid et la dessication. Dans le Nord de l'Europe, on dépose la viande dans la neige, ou on l'enveloppe de glace pour la conserver et la transporter au loin : la chaleur d'une étuve, l'exposition à la fumée, l'influence de certains terreins agissent, en éloignant ou soutirant l'humidité dont la substance putrescible est imprégnée.

Tantôt ce sont des matières qui resserrent, condensent le tissu organique, accroissent ainsi la résistance qu'il oppose aux agens destructeurs, et affaiblissent d'un autre côté l'influence de ces agens ; et notamment de l'eau par l'affinité propre qu'ils exercent sur ce liquide. Telle me paraît être la manière d'agir des astringens, des antisceptiques, du muriate de soude et autres sels dans les salaisons, des acides, de l'alcool dont on fait un usage si étendu dans les Collections Anatomiques, ou d'Histoire Naturelle ; etc. etc.

Quelquefois le corps animal n'échappe à cette altérabilité, qu'en

formant avec d'autres corps des combinaisons qui résistent efficacement aux causes de putréfaction. Le tannage des cuirs, l'art de changer la nature des composés par l'action soutenue de l'oximuriate de mercure, en offrent des exemples.

Dans une foule de circonstances, les résineux, les huileux, les bitumes, le camphre et toutes les matières analogues sont employées comme préservatifs de la putréfaction ; leur manière d'agir n'a pas encore été bien déterminée ; leur efficacité me paraît se rapporter aux propriétés suivantes : 1.° elles excluent l'eau inhérente au tissu ; 2.° elles abritent de l'humidité extérieure les corps animaux qu'elles recouvrent ou qu'elles enveloppent ; 3.° en formant une espèce de vernis autour de chaque molécule animale, elles l'isolent et interceptent son action sur ses voisines ; 4.° leur propre inaltérabilité se communique au solide animal, avec lequel elles s'identifient par adhérence de surfaces ; 5.° leur odeur, leur saveur, leur consistance éloignent quelques causes de plus facile destruction, telles que des insectes, des vers, etc..... La conservation de certains alimens dans l'huile, les procédés des Arts pour garantir les pelleteries, les embaumemens, etc. rentrent dans cet ordre d'agens conservateurs.

Toutes les méthodes précédentes de conservation ont le défaut de changer la saveur, la couleur et autres propriétés du composé animal, et de l'altérer par conséquent jusqu'à un certain point. Celle qu'a proposée très-récemment M. Apper, et dont on a constaté les résultats, est bien autrement avantageuse. Elle consiste surtout à introduire la substance qu'on veut conserver, dans un bocal de verre, à le fermer hermétiquement, et à le soumettre pendant quelques instans à l'ébullition dans un bain-marie : avec ces seules précautions, la viande, les fruits, etc. se conservent plusieurs années de suite, sans perdre sensiblement des qualités qui les caractérisent dans leur état de fraîcheur. Ce moyen heureux est analogue à celui proposé par Schéele, et que j'ai rapporté pour la conservation du vinaigre. Il paraît que la chaleur dégage des fluides gazeux, qu'il en résulte dans le bocal une augmentation de

pression, et que cet obstacle s'oppose à ce que la décomposition fasse d'autres progrès : cette manière de concevoir le mode d'action caractéristique de ce procédé, est suggérée par quelques observations de M. Berthollet, qui a noté que dans le cas où la putréfaction s'opère à vaisseaux clos, elle s'arrête bientôt pour ne reprendre son activité que lorsqu'on a le soin de livrer une issue aux gaz qui sont produits, et dont l'accumulation décide une compression très-énergique (1). Cette circonstance m'a paru, d'après les faits, assez influente, pour mériter d'être inscrite parmi les conditions de la fermentation putride.

Exposé des préparations qui ont fait le sujet de mes examens pratiques.

Les préparations qui m'ont occupé dans mes examens pratiques, se rapportent aux trois fermentations que j'ai parcourues, et nous offrent leurs trois produits caractéristiques, soit dans leur état de pureté, soit sous forme de combinaison ou de modification très-remarquable, soit comme matériaux de quelques composés pharmaceutiques : il ne me reste, pour compléter ma tâche, qu'à rendre compte des procédés que j'ai suivis.

Alcool. J'ai dit sur quels fondemens repose l'art de rectifier l'alcool, de le déflegmer le plus complétement possible. On a successivement proposé pour cela diverses méthodes, toutes basées sur les mêmes principes, mais variant par la nature de l'intermède rectificateur ou par la manipulation.

Celle de Lowitz, décrite dans le troisième volume du Système de Chimie de Thompson, page 328, m'a paru avantageuse, et je l'ai pratiquée. Elle consiste à remplir, à peu près, une cornue de sous-carbonate de potasse, qu'on a tenu quelque temps sur le feu, à humecter le sel de tout l'alcool qu'il peut prendre, sans qu'il y ait de liquide surnageant, ou dans les rapports d'une partie d'alcool à

---

(1) Stat. chim., tom. 2, pag. 548.

deux d'alcali, et de distiller en ménageant bien soigneusement le feu, de manière que l'alcool ne coule que goutte à goutte dans le récipient : lorsque l'on s'aperçoit que la distillation semble se ralentir, il faut changer de récipient; car, c'est un indice que le reste du liquide serait plus aqueux. En exécutant cette méthode sur de l'alcool, amené par des opérations préparatoires à une pesanteur spécifique de 0,821, Lowitz est parvenu à lui en communiquer une de 0,791 : état de sa plus grande rectification connue.

Éther sulfurique. Parmi les propriétés de l'alcool, j'ai signalé, comme des plus remarquables, celle de se convertir en éther par l'action de quelques acides; mais j'ai passé sous silence, et la manière d'opérer cette conversion, et la théorie du phénomène : ce que je vais dire, remplira en partie cette lacune.

J'ai mêlé dans une cornue parties égales d'alcool à 36 degrés, et d'acide sulfurique à 66, et distillé sur un bain de sable, en recevant le produit éthéré dans un récipient environné de glace, jusqu'à ce qu'il représentait à peu près la moitié de l'alcool. Les phénomènes de cette opération ont été saisis par d'habiles observateurs, qui ont signalé cette chaleur intense qui se développe par la pénétration des deux liquides, l'expansion simultanée d'acide carbonique et du gaz éthéré que le froid condense, la formation de certaines proportions d'eau, la production du gaz acide sulfureux postérieure à celle de l'éther, et accompagnée de celle d'une huile volatile ou huile douce de vin, celle d'un peu d'acide acétique, la composition d'une matière bitumineuse noire, très-chargée de carbone, et qui reste dans la cornue.

L'éther peut retenir encore de l'alcool, de l'acide sulfureux et un peu d'huile; sa purification consiste : 1.° à l'agiter dans un flacon avec un peu d'eau et de chaux éteinte, qui se saisit de l'acide sulfureux, et à le séparer par la distillation; 2.° à le distiller doucement sur du muriate de chaux calcinée et en poudre : l'adhérence que ce sel exerce envers l'eau et l'alcool, laisse à l'éther une grande facilité pour s'en éloigner; 3.° à le distiller une troisième fois sur de la potasse caustique, qui enchaîne le peu d'huile vola-

tile, dont l'éther peut être sali, en formant avec elle une espèce de savon.

La théorie envisage la formation de l'éther, comme l'effet d'un partage qui a lieu entre les élémens de l'alcool, et d'après lequel la plus grande proportion d'hydrogène, cédant à sa volatilité, entraîne un peu de carbone et fort peu d'oxigène pour former l'éther, tandis que l'oxigène retenant un peu d'hydrogène donne de l'eau, et que la plus grande partie du carbone retenant de l'oxigène et de l'hydrogène, constitue le résidu bitumineux, etc. Ce partage entre les élémens de l'alcool est sollicité par une plus grande fixité que prend ce liquide, à cause de son adhérence avec l'acide sulfurique, par l'avidité avec laquelle cet acide provoque la formation d'une certaine quantité d'eau, et par la tendance de chacun des élémens de l'alcool à céder aux dispositions qui lui sont les plus naturelles.

Élixir de Garus. Je me suis conformé, pour sa préparation, à la formule prescrite par Baumé dans sa Pharmacopée; j'ai fait infuser de l'alcool très-rectifié sur les quantités prescrites de mirrhe, d'aloès, de girofle, de muscades, de safran et de cannelle concassées, et j'ai distillé l'alcool qui a entraîné l'arome ou l'huile volatile de ces substances.

J'ai versé de l'autre côté de l'eau bouillante sur la capillaire du Canada, la réglisse grossièrement coupée, et des figues grasses: ce liquide infusoire, séparé par une légère expression, a été converti en sirop par l'addition du sucre nécessaire, et aromatisé par celle d'une quantité proportionnelle d'eau de fleurs d'orange. Deux parties de ce sirop ont été mêlées avec une partie d'alcool aromatique: après un repos suffisant, le liquide a été décanté avec soin, et l'élixir a été dès-lors confectionné.

Acide acétique. Je l'ai obtenu par la distillation d'un excellent vinaigre, et je l'ai privé d'une grande partie de son eau, en le concentrant à la gelée.

Acétate de potasse. Pour opérer cette combinaison, j'ai fait agir du vinaigre distillé sur du carbonate de potasse, de manière qu'il

y eût un léger excès d'acide ; j'ai filtré et évaporé jusqu'à siccité la dissolution avec beaucoup de ménagement.

Sel de vinaigre. Ce qu'on appelle de ce nom, n'est autre chose que des cristaux de sulfate de potasse, granulés, humectés d'acide acétique très-fort ; l'adhérence que ces deux corps exercent entr'eux, diminue la volatilité de l'acide, lui laisse la faculté d'être un très-bon excitant, et l'approprie ainsi à certains usages, qui l'introduisent familièrement dans la toilette et le nécessaire des Dames : usages pour lesquels son état liquide ne laisserait pas d'être un inconvénient.

Ammoniaque. Pour l'obtenir, j'ai introduit dans une cornue un mélange d'une partie de muriate d'ammoniaque pulvérisé, et une partie et demie de chaux vive. J'ai adapté l'appareil de Woulf, rempli les flacons d'une quantité proportionnelle d'eau, et favorisé par la chaleur la décomposition du sel ammoniacal : l'eau que le gaz ammoniacal a dû traverser, s'en est saturée, et cette dissolution est l'ammoniaque liquide.

Carbonate d'ammoniaque. Deux parties de carbonate de chaux et une partie de muriate d'ammoniaque, mêlées et introduites dans une cornue, m'ont fourni ce sel par leur mutuelle décomposition aidée de la chaleur. La volatilité dont il est doué, le fait passer, comme on sait, à l'état de vapeurs dans le récipient, où il se condense sous forme concrète.

Muriate ammoniacal ferruginé. Ce sel triple, autrefois connu sous le nom de *fleurs martiales de sel ammoniaque*, s'obtient en mêlant une partie de muriate de fer à seize parties de muriate d'ammoniaque, et sublimant le mélange : c'est la méthode que j'ai suivie. Schmitt conseille de préparer ce médicament, en dissolvant, dans deux onces d'eau, une once de muriate d'ammoniaque et un gros de muriate de fer déliquescent, et se bornant à évaporer la dissolution à siccité sans sublimation (1).

---

(1) Annales de Chimie, tom. 49, pag. 68.

Ce procédé semblerait fixer, avec plus de constance, les proportions des élémens de ce composé ; mais serait-ce le même médicament ? Il me semble que des notions plus exactes que celles que la science possède actuellement sur la nature de ce sel triple, seraient à désirer.

TABLEAU

Des Opérations faites et déposées à l'École de Pharmacie.

ALCOOL *rectifié par le procédé de Lowitz.*

Éther sulfurique rectifié.

Élixir de Garus.

Acide acétique.

Acétate de potasse.

Sel de vinaigre.

Ammoniaque liquide.

Carbonate d'ammoniaque.

Muriate ammoniacal ferrugine.